

#2

P20277.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :W. KUBO

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL PICK-UP



CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2000-029879, filed February 8, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
W. KUBO

Bruce H. Bernstein Reg. No. 33,329
Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

February 7, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載される事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 2月 8日

出願番号
Application Number:

特願2000-029879

願人
Applicant(s):

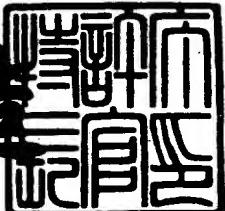
旭光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年12月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3100403



【書類名】 特許願
 【整理番号】 99JP0566
 【提出日】 平成12年 2月 8日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G02B 13/00
 G02B 3/00
 G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 久保 渉

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098235

【弁理士】

【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062606

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ用対物光学系

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射された平行光束を光情報記録媒体の記録面上に収束させる光ピックアップ用対物光学系であって、

ガラス材料からなるとともに、前記平行光束入射側が凸面として形成されて前記光情報記録媒体側が平面として形成されることによって0.7以上の開口数を有している平凸単レンズから

構成されることを特徴とする光ピックアップ用対物光学系。

【請求項2】

前記ガラス材料の屈折率が1.6以上である

ことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ用対物光学系。

【請求項3】

前記平凸単レンズは、前記凸面及び前記平面の形状に夫々対応した二つの金型を用いたガラスモールド法により成形されたレンズである

ことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ用対物光学系。

【請求項4】

前記平凸単レンズの前記光情報記録媒体側の平面に光磁気記録用の磁気コイルが設けられている

ことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ用対物光学系。

【請求項5】

前記平凸単レンズのコバには、この平凸単レンズをその光軸方向へ駆動するファインアクチュエータによって保持されるフランジが突出形成されている

ことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ用対物光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光記憶媒体から光情報を読み込む際に、若しくは、光記憶媒体に光

情報を書き込む際に用いられる光ピックアップ用対物光学系に、関する。

【0002】

【従来の技術】

CD（コンパクトディスク）やDVDのような光記憶媒体に記録されている光情報を読み出すための光情報再生装置や光記憶媒体に光情報を記録するための光情報記録装置に用いられる光ピックアップは、一般に、レーザダイオードから射出されたレーザビームを、光記憶媒体の記録面にレーザスポットとして照射する構成となっている。具体的には、これら光情報再生装置及び光情報記録装置内において、レーザダイオードからレーザビームが射出される。このレーザビームは、その断面が橢円状の発散光として射出されるので、レーザダイオードの前方に配置されたコリメートレンズにより平行光に変換され、さらに、ビーム成形プリズムによってその断面が円形に変換された後に、光記憶媒体に対するトラッキング方向へ反射される。そして、このようにして断面が円形な平行光に変換されたレーザビームは、トラッキング方向へ移動可能に設けられたキャリッジ内の立ち上げミラーによって、光記憶媒体の記録面に対して垂直に入射する方向へ反射され、対物光学系によって光記憶媒体の記録面に収束される。

【0003】

従来、このような光ピックアップ用の対物光学系としては、プラスチックモールドによって成形された単レンズからなるものが一般的であったが、その開口数（NA）は、比較的低いもので足りていた。これは、従来の光記憶媒体が、CDのように比較的小容量なものであったことに因る。

【0004】

但し、近年では、光記憶媒体の大容量化、即ち高密度化に伴って、光記憶媒体の記録面でのビームスポット径を微細なものとするために、対物光学系の開口数を0.7以上に高くする提案が、種々なされている。例えば、特開平8-315404号では、従来から広く用いられている両凸の対物レンズに、開口数を高くするための球面レンズをソリッド・イマージョン・レンズとして付加することによって、両レンズからなる対物光学系全体の全体としての開口数を高くしようとする提案が、なされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような複数玉構成の対物光学系には、従来の単レンズ構成の対物光学系用に設計されたファインアクチュエータ（キャリッジ内で対物光学系を光軸方向へ駆動してフォーカシングするための機構）を、流用することができない。そのために、専用のファインアクチュエータを設計するとしても、対物光学系を構成する複数のレンズ同士を軸合わせしなければならぬので、組立工程が多くなるとともに両レンズ同士を相互に固着するための枠が必要となり、結局、コスト増の原因となったり、ファインアクチュエータによって駆動される可動部のサイズ及び重量増加の原因となってしまう。また、このような複数玉構成の対物光学系では、同じ焦点距離を有する単玉構成の対物光学系と比較して、媒体側の主点と媒体側の最終面との距離が大きくなるので、結局、作動距離が短くなってしまう。

【0006】

このような問題点を考慮すると、光ピックアップ用の対物光学系としては、単玉構成で開口数を高くすることが理想的であるが、従来、このような対物光学系は、実現されていなかった。その理由としては、開口数を高くするために、屈折力を稼ぐべく単玉レンズの両面の曲率を大きくすると、温度変化等に伴って波面収差性能が劣化し易い、モールド成形時に両面の金型同士の光軸を厳密に合致させる事が困難である故に歩留まりが悪くなる、等の事情が、考えられる。

【0007】

そこで、本発明は、単玉構成でありながら、モールド成形時における両面の金型同士の公差を厳密にすることなく、また、波面収差性能を良好に維持しつつその開口数を高くすることができる高性能な光ピックアップ用単玉対物光学系の提供を、課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

【0009】

即ち、本発明による光ピックアップ用対物光学系は、ガラス材料からなるとともに、前記平行光束入射側が凸面として形成されて前記光情報記録媒体側が平面として形成されることによって0.7以上の開口数を有している平凸単レンズから、構成されている。このように、プラスチック等に比べて屈折率が高いガラス材料からレンズを構成したため、各面における屈折力を、その曲率の割に大きくすることができる。従って、開口数が0.7以上である対物光学系を、平凸の単レンズによって実現することができる。その結果、ガラスモールド時においてレンズの各面に対応した二つの金型を対向させる際に金型同士の偏芯公差をキャンセルすることができるので、歩留まりが大幅に向上するとともに、可動部のサイズ及び重量を大きくすることなく、従来の単レンズ用のファインアクチュエータを用いて駆動可能となる。さらに、ガラス材料自体は、温度変化や湿度変化による形状変化や屈折率変化が小さい特性を有しており、また、屈折率が比較的高いために凸面の曲率をあまり大きくしなくとも済むので、波面収差性能を維持しやすい。

【0010】

本発明において、ガラス材料の屈折率は大きければ大きいほど良い。例えば、屈折率は、1.6以上あることが望ましい。ただし、屈折率がそれ以下であっても、ガラスであればある程度の屈折率を有しているので、本発明の目的は達成可能である。

【0011】

本発明による光ピックアップ用対物光学系は、光情報記録媒体への光情報記録用として用いられても良いし、読出用として構成されても良い。また、その記録又は読出の方式は、コンパクトディスクやレーザーディスクに対応した方式であっても良いし、光磁気方式であっても良いし、位相変化方式であっても良いし、ライトワンス方式であっても良い。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明による光ピックアップ用対物光学系の実施の形態を、説明する。図1は、本発明による光ピックアップ用対物光学系が組み込まれ

た光ディスク記録再生装置（詳しくはMOディスクドライブ装置）の概要を示す一部透視斜視図である。本実施形態において、光情報媒体は光ディスク（更に詳しくは光磁気ディスク）2として実現されている。

【0013】

図1及びその一部拡大図である図2に示されるように、本実施形態における光ディスク記録再生装置1は、光ディスク2をローディング及びアンローディング可能な箱形の筐体を有している。さらに、この筐体の底面のほぼ中央には、ローディングされた光ディスク2の中心をその回転軸45aの先端に固着してこの光ディスク2を回転駆動するスピンドルモータ45が配置され、このスピンドルモータ45の回転軸45aの先端に固着された光ディスク2の径方向と平行に、互いに平行な一対のガイドレール42a, 42bが配置され、各ガイドレール42a, 42bにおけるスピンドル45とは反対側の位置には、各ガイドレール42a, 42bと平行に両ガイドレール42a, 42bの間に光情報記録用又は光情報再生用のレーザビーム（平行光束）1を射出する光源モジュール7が、配置されている。

【0014】

両ガイドレール42a, 42bには、光源モジュール7から射出されたレーザービーム（平行光束）1を、光ディスク2の記録面における任意のトラックに向けて反射させるためのキャリッジ40が、摺動可能に取り付けられている。このキャリッジ40は、コイル41a, 41bと図示せぬ永久磁石とによって夫々構成される一対のリニアモーターによって、両ガイドレール42a, 42bにガイドされて、光ディスク2の半径方向（トラッキング方向）にスライド駆動される。このキャリッジ40の中心には、両ガイドレール42a, 42bと平行に、光源モジュール7から射出されたレーザービーム1が射し込む開口40Hが形成されている。この開口40aは、キャリッジ40の先端（スピンドルモータ45に近接する側）近傍まで達しており、その最奥部に、図3に示すようにレーザービーム1を光ディスク2の記録面に対して垂直に反射させる反射鏡31が、設置されている。そして、キャリッジ40におけるMOディスク2に対向する面には、この反射鏡31によって反射されたレーザービーム1を通過させるための開口4

0 b が、穿たれている。

【0015】

この開口40bには、対物光学系をなす単玉レンズである対物レンズ6が、ファインアクチュエータ5によって、レーザービーム1と同軸に保持されている。ファインアクチュエータ5は、対物レンズ6を保持するレンズ枠12と、キャリッジ40におけるMOディスク2に対向する面上に固定された支持部43と、夫々の基礎が支持部43に固定されるとともに夫々の先端にてレンズ枠12を軸方向（対物レンズ6の光軸方向）に移動可能に保持する4本一組の支持ワイヤ44と、キャリッジ40の開口40bに対して固定された円弧形状の永久磁石15と、レンズ枠12の外周に設けられたフォーカスコイル13と、対物レンズ11のディスク側面において光軸と同軸に設けられた磁気コイル14とから、構成されている。レンズ枠12に保持された対物レンズ6は、フォーカスコイル13に電流が流されてこの磁気コイル14が永久磁石15に対して相対的に吸引又は反発されることによって、その光軸方向に適宜直進駆動される。このようにして、光軸方向における位置が調整された対物レンズ6に対して、反射鏡31によって反射されたレーザービーム（平行光束）1が、その光軸と同軸に入射する。対物レンズ6は、このレーザービーム（平行光束）1を、MOディスク2の記録面に収束させる。また、磁気コイル14は、MOディスク2への光情報の記録において、その記録面におけるレーザービーム1が収束されている箇所に磁界を印加する。

【0016】

一方、光源モジュール7内には、レーザービーム1を発散光束として射出する半導体レーザ素子18、この半導体レーザ素子18から射出されたレーザービーム1を平行光束にするコリメートレンズ20、このコリメートレンズ20を透過したレーザービーム（平行光束）を透過させる複合プリズムアッセイ21、及び、この複合プリズムアッセイ21を透過したレーザービーム（平行光束）1をキャリッジ40の開口40aへ向けて反射する偏向ミラー26の他、レーザーパワーセンサ22、ウォラストンプリズム31、ホログラム板32、集光レンズ33、及び、サーボ&データセンサ24が、内蔵されている。

【0017】

上述の複合プリズムアッセイ21は、全体として互いに平行な上面及び底面を有し、側面211bに対して所定の鋭角をなす入射面211aと側面211bに対して45度をなす部分反射面211cとを有する第1プリズム211、この第1プリズム211cの部分反射面211cに貼り付けられた部分反射面212aとこの部分反射面212aに対して夫々45度をなす射出面212b及び側面212cとからなる直角プリズムである第2プリズム212、並びに、この第2プリズム213の部分反射面212aに対してその斜面213aが平行となる様にこの第2プリズム213の側面212cに貼り付けられた直角プリズムである第3プリズム213から、構成されている。そして、この複合プリズムアッセイ21は、その側面211bが両ガイドレール42a、42bの軸方向（即ち、キャリッジ40の移動方向）に対して垂直となるように、光源モジュール7内に固定されている。

【0018】

また、偏向ミラー26は、光ディスク2の記録面に平行な軸を回転中心とする図示せぬガルバノモーターに取り付けられており、レーザビーム1を光ディスク2の記録面に垂直な方向に微小角度振ることができるようになっている。

【0019】

以上のように構成されるMOドライブ装置1の動作の概略を、以下に説明する。先ず、情報記録時においては、図示せぬ変調回路によってON/OFF変調された駆動電流が供給された半導体レーザ18は、この駆動電流に従って、断続的にレーザービーム1を発振する。

【0020】

上述したコリメートレンズ20は、レーザービーム1が複合プリズムアッセイ21の入射面211aにて屈折されて側面211bと平行になるように、その光軸が複合プリズムアッセイ21の側面211bに対して傾いた状態で、固定されている。従って、このコリメータレンズ20を透過することによって平行光束とされたレーザービームのビーム断面は、この複合プリズムアッセイ21の入射面211にて屈折されることによって、光強度分布が楕円形から略円形に整形され

る。この入射面211にて屈折されたレーザービーム1は、側面211bと平行に第1プリズム211内を進み、部分反射面211cにおいて、その一部のみレーザーパワーセンサ22に向けて反射される。

【0021】

レーザーパワーセンサ22は、受光したレーザービーム1に基づいて、レーザービームの光量を示す信号を出力する。この信号が図示せぬレーザーパワーコントロール回路に帰還されることによって、半導体レーザー18の出力の最大値が、一定値となるように自動調整される。

【0022】

一方、部分反射面211cを透過したレーザービーム1は、射出面212bを通ってこの複合プリズムアッセイ21から射出され、偏向ミラー26によって、キャリッジ40の開口40a内に射し込む方向へ反射される。偏向ミラー26は、後述するサーボ&データセンサ24の出力に基づいて、レーザービーム1を、両ガイドレール42a, 42bと平行な方向へ、正確に反射させる。従って、キャリッジ40がガイドレール42a, 42bに沿ってどの位置に移動されていても、レーザビーム1は、開口40a内に射し込み、反射鏡31によって、対物レンズ6に向けて反射される。

【0023】

後述するサーボ&データセンサ24の出力に基づいて生成された駆動電流がフォーカスコイル13に流されることにより、ファインアクチュエータ5は、対物レンズ6の後側焦点（光ディスク側焦点）を、光ディスク2の記録面2bと一致させる。従って、反射鏡31を介して対物レンズ6へ入射したレーザービーム1は、この対物レンズ6によって収束され、光ディスク2の保護層2aを通して、その記録面2bにてレーザースポットを形成する。この記録面2bにおけるレーザースポットが形成された領域の磁化方向は、磁気コイル14によって印加されている磁気の方向へ向けられ、これにより、光情報の記録がなされる。

【0024】

光ディスク2の記録面2bに入射したレーザー光1の一部は、この記録面2bにて反射されて、元の光路に沿って光源ユニット7まで戻る。この光源ユニット

7に戻った反射光は、偏向ミラー26によって反射され、射出面212bから複合プリズムアッセイ21内に入射する。このようにして複合プリズムアッセイ21内に入射した反射光は、部分反射面211cにて反射されて、第3プリズム213の斜面を経てウォラストンプリズム31内に入射する。このウォラストンプリズム31は、入射した光のうち、特定方向を向いた直線偏光成分のみを透過する。このウォラストンプリズム31を透過した反射光は、ホログラム板32及び集光レンズ33を介してサーボ&データセンサ24によって受光される。このサーボ&データセンサ24は、受光した反射光の状態（スポット径、位置）を示す信号を出力する。これらの出力信号は、図示せぬ制御回路によって、ガルバノモーター及びフォーカスコイル13の駆動電流に変換される。

【0025】

なお、以上のような光情報の記録がなされている間に、スピンドルモータ45が光ディスク2を回転させるとともに、リニアモーターがキャリッジ40を移動させてトラッキングを行う。これにより、光ディスク2の記録面2b上に、連続して光情報の記録がなされるのである。

【0026】

一方、光ディスク2の記録面2bからの光情報の読み取時には、半導体レーザー素子18は、低出力なレーザービーム1を連続的に射出し、磁気コイル14には駆動電流は流されない。この状態で、スピンドルモータ45が光ディスク2を回転させるとともにリニアモータがキャリッジ40を移動させてトラッキングを行うと、光ディスク2の記録面2bが対物レンズ6によって収束されたレーザースポットによって走査され、その反射光がサーボ&データセンサ24によって受光される。この際、レーザービーム1の反射光の偏光方向は、光ディスク2の記録面2bにおける磁化方向に従って、所定の向きに回転される。従って、上述したウォラストンプリズム31が透過する偏光の向きが適宜調整されていれば、サーボ&データセンサ24に入射する反射光の光量は、記録面2bの磁化方向に従って回転するレーザービームの偏光方向の変化に応じたものとなる。よって、サーボ&データセンサ24の出力から、光ディスク2の記録面2bに記録された光情報が再生され得るのである。

【0027】

次に、上述した対物レンズ6の構造を、詳しく説明する。

【0028】

この対物レンズ6は、金型を用いたコンプレッションモールド法によって成形された平凸の単レンズであり、その平面として形成されたレンズ面を、光ディスク2の記録面2bに（保護層2aを介して）対向させている。上記したようなモールド法が対物レンズ6の製造方法として採用されたのは、モールド法によれば、同一形状の対物レンズ6が低コストで大量生産可能となるからである。また、このようにしてモールド法を採用した場合、対物レンズ6の両レンズ面の面形状に対応した二つの金型の間隔を適宜変更することによって、様々な厚さの保護層を有する光ディスクに適した様々な作動距離を有する対物レンズ6を、容易に製造できるようになるからである。

【0029】

但し、上述したようなモールド法によって対物レンズ6を形成する場合には、レンズの両レンズ面の面形状に対応した二つの金型を対向させる際に、両金型の偏心公差（各金型の頂点に直交する軸同士のズレ）及び傾き公差（各金型の頂点に直交する軸同士の傾き）を、極限まで小さく抑えなければならない。また、成形後にレンズが取り出されるためには、各金型は、夫々の頂点に直交する軸方向に移動可能となっていなければならないが、このような移動が可能になるにはある程度の隙間公差（クリアランス）が確保されていなければならない。このような偏心公差と隙間公差とは、完全に相反する要求であるので、両レンズ面同士の芯出しが正確になされた対物レンズ6の歩留りを向上させるのは極めて困難となる。特に、両金型同士の間隔を適宜調整可能にした場合には、対物レンズ6の歩留りが、更に悪化する。

【0030】

そこで、本実施形態においては、光ディスク2に対向する側のレンズ面が平面である平凸レンズとして、対物レンズ6を構成した。これにより、平面であるレンズ面に対応した金型は、特定の軸を有さなくなるので、金型同士の偏心公差がキャンセルされる。但し、平面側は完全に平面である必要はなく、成形時や金型

の誤差により、多少のR（曲率）が付加されても良い（平面に+/-数百mm程度のRが発生しても、対物レンズ6の性能は維持可能である。）。この結果、両金型間に要求される精度は傾き公差のみとなるので、対物レンズ6の歩留まりが大幅に向上する。

【0031】

また、このように平凸レンズとして対物光学系6を構成した場合、平面となつたレンズ面での屈折力が僅かとなってしまうので、要求された0.7以上の開口数（NA）を確保するためには、屈折力を向上させる手段が必要となる。この際に、屈折率が1.5程度のプラスチック材料を素材としたならば、対物レンズ6における光源側のレンズ面の曲率を大きくせざるを得ない。但し、このようにしてレンズ面の曲率を単純に大きくしようとすると、レンズ厚を一定にするとの前提下では、この対物レンズ6をファインアクリュエータ5に固定するためのフランジ6aを突出形成するために必要なコバ厚を確保することが、できなくなってしまう。更に、屈折力を大きくするためにレンズ面の曲率を単純に大きくしようとすると、マージナル光線付近での光線入射角が非常に大きくなってしまうので、レンズ曲面（=面形状）の誤差が波面収差特性を大きく劣化させてしまうことになる。特に、プラスチック材料は温度変化や湿度変化に因って形状変化や屈折率変化を起こし易いので、これがレンズ曲面（=面形状）の誤差に直結し、波面収差特性が簡単に劣化してしまうのである。

【0032】

そこで、本実施形態においては、対物レンズ6の素材として、半導体レーザー素子6から射出される全ての波長に対して屈折率が1.6以上であるガラス材料が、用いられている。ガラス材料は、プラスチック材料に比べて耐湿性が高いのは勿論、熱（線）膨張係数も一桁以上小さいので、温度変化や湿度変化に因る形状変化や屈折率変化が小さい。また、対物レンズ6の素材の屈折率が高ければ、屈折率が低い場合と比較して、レンズ面の曲率が同じであっても屈折力が大きくなる。従って、あまり曲率を大きくしなくても、所望の屈折力、従って所望の開口（NA）を確保することができるので、マージナル光線近傍においても入射角が大きくならないで済む。以上の結果として、波面収差性能を良好に維持するこ

とができるようになるとともに、レンズ厚を一定にするとの前提下でも必要なコバ厚を確保することが容易となるのである。

【0033】

以上のような手段を採用することにより、本実施例においては、対物光レンズ6を、単玉構成でありながら、開口数（N A）を0.7以上に高くすることができる。その結果、フォーカシングに際して駆動される可動部を大型化させることなく、従来のファインアクチュエータをそのまま流用できる一方で、作動距離を大きく確保しつつ、スポット径を小さくして光ディスクに対する記録密度を大きくすることができる。

【0034】

次に、上述した実施形態に基づく、対物レンズ6の具体的な実施例を、4例提示する。

【0035】

【実施例1】

図4は、実施例1に係る対物レンズ6と光ディスク2の記録面2bとを示す（但し、対物レンズ6のフランジ6aの図示は省略されている）。実施例1に係る対物レンズ6の具体的な数値構成は、表1に示されている。但し、表中における寸法と示す数値は、対物レンズ6の焦点距離fを1としたときの比率として、規格化されている。

【0036】

表1において、面番号R1が対物レンズ6の光源側レンズ面、面番号R2が対物レンズ6の光ディスク側レンズ面、面番号R3, R4が光ディスク2の保護層2aを、夫々示している。また、 F_{NO} , f, ω , N Aは、夫々、対物レンズ6のFナンバー、焦点距離、半画角（単位：degree）、開口数である。また、rは各面の近軸曲率半径、dは各面から次の面までのレンズ厚又はレンズ間隔、nは各面から次の面までの媒質の波長655nmに対する屈折率、 ν_d は各面から次の面までの媒質のアッペ数、 n_d は各面から次の面までの媒質のd線に対する屈折率である。なお、面番号R1によって示される対物レンズ6の光源側レンズ面は非球面であり、その形状は、光軸からの高さがYとなるレンズ面上の一点の同レ

ンズ面の光軸上で接平面からの距離（サグ量）をX、同レンズ面の光軸上での曲率（ $1/r$ ）をC、円錐係数をK、4次以上30次以下の各偶数次の非球面係数を $a_4, a_6, a_8, a_{12}, \dots, a_{30}$ として、以下の式（1）で表される。

【0037】

$$K = CY^2 / (1 + (1 - (1 + K)C^2 Y^2)^{1/2}) + a_4 Y^4 + a_6 Y^6 + a_8 Y^8 + a_{10} Y^{10} + a_{12} Y^{12} + a_{14} Y^{14} + a_{16} Y^{16} + a_{18} Y^{18} + a_{20} Y^{20} + a_{22} Y^{22} + a_{24} Y^{24} + a_{26} Y^{26} + a_{28} Y^{28} + a_{30} Y^{30} \dots \dots \quad (1)$$

実施例1において上述した円錐係数K及び各非球面係数は、表2に示される。

【0038】

【表1】

$$F_{N0} = 1:0.6$$

$$f = 1.00$$

$$\omega = 0.4$$

$$NA = 0.85$$

面番号	r	d	n	ν_d	n_d
R 1	0.796	1.318	1.79623	25.4	1.80518
R 2	∞	0.265	—	—	—
R 3	∞	0.002	1.48924	57.4	1.49176
R 4	∞	—	—	—	—

【0039】

【表2】

$$K = -5.00 \times 10^{-1}$$

$$a_4 = 1.82306 \times 10^{-2}$$

$$a_6 = -3.94770 \times 10^{-4}$$

$$a_8 = -3.19067 \times 10^{-2}$$

$$a_{10} = 5.67352 \times 10^{-2}$$

$$a_{12} = -3.14129 \times 10^{-1}$$

$$a_{14} = 6.98316 \times 10^{-1}$$

$$a_{16} = -1.22645$$

$$a_{18} = 8.99044 \times 10^{-1}$$

$$a_{20} = 7.65879 \times 10^{-1}$$

$$a_{22} = -1.85017$$

$$a_{24} = 3.61055 \times 10^{-1}$$

$$a_{26} = 1.36937$$

$$a_{28} = -8.45435 \times 10^{-1}$$

$$a_{30} = 8.47183 \times 10^{-3}$$

図5は、実施例1の対物レンズ6の諸収差を示し、同図(A)は球面収差SA(実線)及び正弦条件SC(破線)を示すグラフであり、同図(B)は655nm(実線), 645nm(破線), 665nm(一点鎖線)の各波長の球面収差で示される色収差を示すグラフである。各グラフの縦軸は開口数(最大値:0.6)であり、横軸は各収差の発生量である。また、図6は、図5の各グラフにおける横軸のスケールを10倍に拡大して示したグラフである。これら各図から明らかなように、実施例1の対物レンズ6は、波長655nmに対して球面収差が良好に補正されていることが判る。

【0040】

また、図7は、対物レンズ6のメリジオナル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内での瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高Y=-0.003の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内での瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(C)は、像面における像高Y=-0.006の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内での瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフである。同様に、図8は、対物レンズ6のサジタル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内での瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高Y=-0.003の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内での瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(C)は、像面における像高Y=-0.006の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内での瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフである。

との関係を示すグラフである。これら各図から明らかのように、実施例1の対物レンズ6は、波長655nmに対して波面収差が良好に補正され、その集光性能（波面収差量）がマレシャルの評価基準（ $0.7\lambda_{rms}$ ）以下となっており、光情報記録用及び読出用として使用するに足りる程度に高性能であることが判る。

【0041】

【実施例2】

図9は、実施例2に係る対物レンズ6と光ディスク2の記録面2bとを示す（但し、対物レンズ6のフランジ6aの図示は省略されている）。実施例2に係る対物レンズ6の具体的な数値構成は、表3に示されている。但し、表中における寸法と示す数値は、対物レンズ6の焦点距離fを1としたときの比率として、規格化されている。

【0042】

表3における各記号の意味は、上述した実施例1についての表1のものと同じである。また、面番号R1によって示される対物レンズ6の光源側レンズ面は非球面であり、その形状を示す上記式（1）に代入される各係数は、表4に示される。

【0043】

【表3】

$$F_{N0} = 1:0.6$$

$$f = 1.00$$

$$\omega = 0.4$$

$$NA = 0.8$$

面番号	r	d	n	ν_d	n_d
R 1	0.723	1.041	1.72349	40.4	1.72877
R 2	∞	0.395	—	—	—
R 3	∞	0.001	1.48924	57.4	1.49176
R 4	∞	—	—	—	—

【0044】

【表4】

$$K = -5.00 \times 10^{-1}$$

$$a_4 = 8.54565 \times 10^{-3}$$

$$a_6 = -1.66350 \times 10^{-2}$$

$$a_8 = -6.48983 \times 10^{-2}$$

$$a_{10} = 9.56993 \times 10^{-2}$$

$$a_{12} = -6.07184 \times 10^{-1}$$

$$a_{14} = 1.50238$$

$$a_{16} = -2.99353$$

$$a_{18} = 2.59299$$

$$a_{20} = 2.36218$$

$$a_{22} = -6.59491$$

$$a_{24} = 1.19682$$

$$a_{26} = 6.11512$$

$$a_{28} = -3.73809$$

$$a_{30} = -2.48993 \times 10^{-1}$$

図10は、実施例2の対物レンズ6の諸収差を示し、同図(A)は球面収差S A(実線)及び正弦条件SC(破線)を示すグラフであり、同図(B)は655 nm(実線), 645 nm(破線), 665 nm(一点鎖線)の各波長の球面収差で示される色収差を示すグラフである。各グラフの縦軸は開口数(最大値: 0.6)であり、横軸は各収差の発生量である。また、図11は、図10の各グラフにおける横軸のスケールを10倍に拡大して示したグラフである。これら各図から明らかなように、実施例2の対物レンズ6は、波長655 nmに対して球面収差が良好に補正されていることが判る。

【0045】

また、図12は、対物レンズ6のメリジオナル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高Y=-0.003の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフ

であり、同図（C）は、像面における像高 $Y = -0.006$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内での瞳座標（横軸）と波面収差量（縦軸）との関係を示すグラフである。同様に、図13は、対物レンズ6のサジタル面内における波面収差を示し、同図（A）は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内での瞳座標（横軸）と波面収差量（縦軸）との関係を示すグラフであり、同図（B）は、像面における像高 $Y = -0.003$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内での瞳座標（横軸）と波面収差量（縦軸）との関係を示すグラフであり、同図（C）は、像面における像高 $Y = -0.006$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内での瞳座標（横軸）と波面収差量（縦軸）との関係を示すグラフである。これら各図から明らかなように、実施例2の対物レンズ6は、波長655nmに対して波面収差が良好に補正され、その集光性能（波面収差量）がマレシャルの評価基準（ $0.7\lambda_{rms}$ ）以下となっており、光情報記録用及び読出用として使用するに足りる程度に高性能であることが判る。

【0046】

【実施例3】

図14は、実施例3に係る対物レンズ6と光ディスク2の記録面とを示す（但し、対物レンズ6のフランジ6aの図示は省略されている）。実施例3に係る対物レンズ6の具体的な数値構成は、表5に示されている。但し、表中における寸法と示す数値は、対物レンズ6の焦点距離 f を1としたときの比率として、規格化されている。

【0047】

表5における各記号の意味は、上述した実施例1についての表1のものと同じである。また、面番号R1によって示される対物レンズ6の光源側レンズ面は非球面であり、その形状を示す上記式（1）に代入される各係数は、表6に示される。

【0048】

【表5】

$$F_{NO} = 1:0.7$$

$$f = 1.00$$

$\omega = 0.4$ $N A = 0.7$

面番号	r	d	n	v_d	n_d
R 1	0.635	0.549	1.63533	55.4	1.63854
R 2	∞	0.663	—	—	—
R 3	∞	0.001	1.48940	57.4	1.49176
R 4	∞	—	—	—	—

【0049】

【表6】

$K = -5.00 \times 10^{-1}$

$a_4 = -2.03911 \times 10^{-2}$

$a_6 = -6.77764 \times 10^{-2}$

$a_8 = -1.77476 \times 10^{-1}$

$a_{10} = 3.59555 \times 10^{-1}$

$a_{12} = -2.58345$

$a_{14} = 8.76825$

$a_{16} = -2.24795 \times 10^{+1}$

$a_{18} = 2.55991 \times 10^{+1}$

$a_{20} = 3.03661 \times 10^{+1}$

$a_{22} = -1.11912 \times 10^{+2}$

$a_{24} = 2.61258 \times 10^{+1}$

$a_{26} = 1.77283 \times 10^{+2}$

$a_{28} = -1.41138 \times 10^{+2}$

$a_{30} = -1.15063 \times 10^{+1}$

図15は、実施例3の対物レンズ6の諸収差を示し、同図(A)は球面収差S A(実線)及び正弦条件SC(破線)を示すグラフであり、同図(B)は655 nm(実線), 645 nm(破線), 665 nm(一点鎖線)の各波長の球面収差で示される色収差を示すグラフである。各グラフの縦軸は開口数(最大値: 0.7)であり、横軸は各収差の発生量である。また、図16は、図15の各グラ

フにおける横軸のスケールを10倍に拡大して示したグラフである。これら各図から明らかなように、実施例3の対物レンズ6は、波長655nmに対して球面収差が良好に補正されていることが判る。

【0050】

また、図17は、対物レンズ6のメリジオナル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高 $Y = -0.003$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(C)は、像面における像高 $Y = -0.006$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフである。同様に、図18は、対物レンズ6のサジタル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高 $Y = -0.003$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(C)は、像面における像高 $Y = -0.006$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフである。これら各図から明らかなように、実施例3の対物レンズ6は、波長655nmに対して波面収差が良好に補正され、その集光性能(波面収差量)がマレシャルの評価基準($0.7\lambda_{rms}$)以下となっており、光情報記録用及び読出用として使用するに足りる程度に高性能であることが判る。

【0051】

【実施例4】

図19は、実施例4に係る対物レンズ6と光ディスク2の記録面とを示す(但し、対物レンズ6のフランジ6aの図示は省略されている)。実施例4に係る対物レンズ6の具体的な数値構成は、表7に示されている。但し、表中における寸法と示す数値は、対物レンズ6の焦点距離fを1としたときの比率として、規格化されている。

【0052】

表7における各記号の意味は、上述した実施例1についての表1のものと同じである。また、面番号R1によって示される対物レンズ6の光源側レンズ面は非球面であり、その形状を示す上記式(1)に代入される各係数は、表8に示される。

【0053】

【表7】

$$F_{N0} = 1:0.6$$

$$f = 1.00$$

$$\omega = 0.4$$

$$NA = 0.8$$

面番号	r	d	n	v _d	n _d
R 1	0.689	0.935	1.68949	55.4	1.66910
R 2	∞	0.446	—	—	—
R 3	∞	0.001	1.50656	57.4	1.49176
R 4	∞	—	—	—	—

【0054】

【表8】

$$K = -5.00 \times 10^{-1}$$

$$a_4 = 4.46750 \times 10^{-3}$$

$$a_6 = -2.49366 \times 10^{-2}$$

$$a_8 = -7.89342 \times 10^{-2}$$

$$a_{10} = 7.69065 \times 10^{-2}$$

$$a_{12} = -6.26847 \times 10^{-1}$$

$$a_{14} = 1.48045$$

$$a_{16} = -3.01379$$

$$a_{18} = 2.57962$$

$$a_{20} = 2.35708$$

$$a_{22} = -6.59413$$

$a_{24} = 1.19801$

$a_{26} = 6.10827$

$a_{28} = -3.76734$

$a_{30} = -3.17240 \times 10^{-1}$

図20は、実施例4の対物レンズ6の諸収差を示し、同図(A)は球面収差S A(実線)及び正弦条件SC(破線)を示すグラフであり、同図(B)は655 nm(実線), 645 nm(破線), 665 nm(一点鎖線)の各波長の球面収差で示される色収差を示すグラフである。各グラフの縦軸は開口数(最大値: 0.6)であり、横軸は各収差の発生量である。また、図21は、図20の各グラフにおける横軸のスケールを10倍に拡大して示したグラフである。これら各図から明らかなように、実施例3の対物レンズ6は、波長655 nmに対して球面収差が良好に補正されていることが判る。

【0055】

また、図22は、対物レンズ6のメリジオナル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高 $Y = -0.003$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(C)は、像面における像高 $Y = -0.006$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるメリジオナル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフである。同様に、図23は、対物レンズ6のサジタル面内における波面収差を示し、同図(A)は、光軸上に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(B)は、像面における像高 $Y = -0.003$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフであり、同図(C)は、像面における像高 $Y = -0.006$ の点に収束する同族光線の射出瞳におけるサジタル面内の瞳座標(横軸)と波面収差量(縦軸)との関係を示すグラフである。これら各図から明らかなように、実施例3の対物レンズ6は、波長655 nmに対して波面収差が良好に補正され、その集光

性能（波面収差量）がマレシャルの評価基準（ $0.7\lambda_{rms}$ ）以下となっており、光情報記録用及び読出用として使用するに足りる程度に高性能であることが判る。

【0056】

【変形例】

上述した実施形態のファインアクチュエータ5において、図3に示す構成の代わりに、図24に示す構成を採用しても良い。即ち、図24に示すように、対物レンズ6の光ディスク側面における有効径外の部分をスペーサ16によって覆うとともに、このスペーサ16の表面における開口の周囲に、磁気コイル14を設けても良い。

【0057】

【発明の効果】

以上のように構成された本発明の光ピックアップ用対物光学系によれば、単玉構成でありながら、コバ厚を小さくすることなくまたモールド成型時における両面の金型同士の公差を厳密にすることなく、その開口数を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光ピックアップ用対物光学系の実施形態である光ディスク記録再生装置の概略斜視図

【図2】 図1の一部拡大

【図3】 ファインアクチュエータ及び対物光学系の断面図

【図4】 実施例1の対物光学系を示すレンズ図

【図5】 実施例1の対物光学系の諸収差を示し、(A)は球面収差及び正弦条件、(B)は波長645, 655, 665 nmについての球面収差によって示される色収差を示すグラフ

【図6】 図5における横軸を10倍に拡大して示すグラフ

【図7】 メリジオナル面における波面収差を示すグラフ

【図8】 サジタル面における波面収差を示すグラフ

【図9】 実施例2の対物光学系を示すレンズ図

【図10】 実施例2の対物光学系の諸収差を示し、(A)は球面収差及び正弦

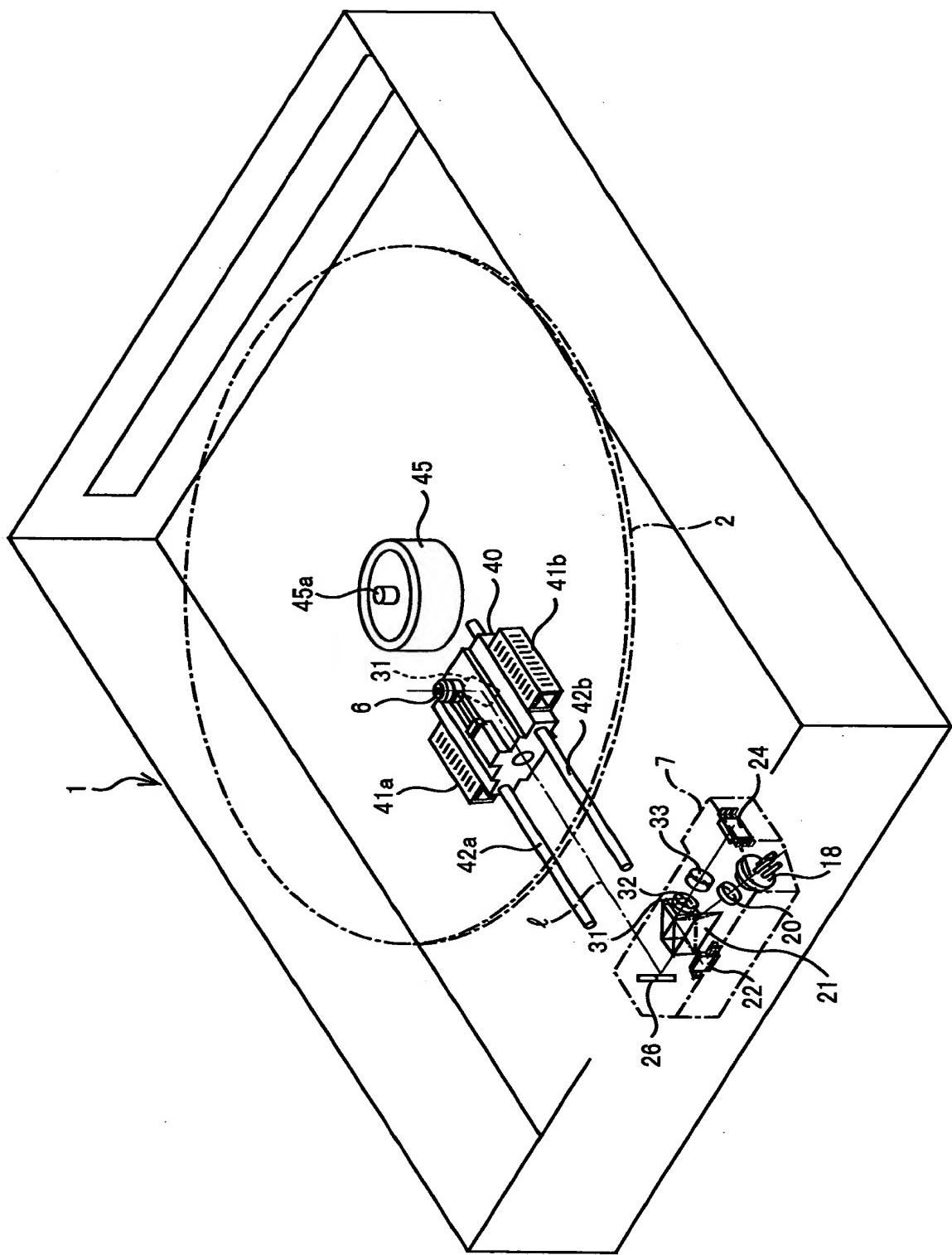
条件、(B)は波長645, 655, 665nmについての球面収差によって示される色収差を示すグラフ

- 【図11】 図10における横軸を10倍に拡大して示すグラフ
 - 【図12】 メリジオナル面における波面収差を示すグラフ
 - 【図13】 サジタル面における波面収差を示すグラフ
 - 【図14】 実施例3の対物光学系を示すレンズ図
 - 【図15】 実施例3の対物光学系の諸収差を示し、(A)は球面収差及び正弦条件、(B)は波長645, 655, 665nmについての球面収差によって示される色収差を示すグラフ
 - 【図16】 図15における横軸を10倍に拡大して示すグラフ
 - 【図17】 メリジオナル面における波面収差を示すグラフ
 - 【図18】 サジタル面における波面収差を示すグラフ
 - 【図19】 実施例4の対物光学系を示すレンズ図
 - 【図20】 実施例4の対物光学系の諸収差を示し、(A)は球面収差及び正弦条件、(B)は波長645, 655, 665nmについての球面収差によって示される色収差を示すグラフ
 - 【図21】 図20における横軸を10倍に拡大して示すグラフ
 - 【図22】 メリジオナル面における波面収差を示すグラフ
 - 【図23】 サジタル面における波面収差を示すグラフ
 - 【図24】 ファインアクチュエータの変形例を示す断面図
- 【符号の説明】
- | | |
|----|-------------|
| 1 | 光ディスク記録再生装置 |
| 2 | 光ディスク |
| 5 | ファインアクチュエータ |
| 6 | 対物光学系 |
| 18 | 半導体レーザー素子 |
| 20 | コリメータレンズ |
| 31 | 反射鏡 |

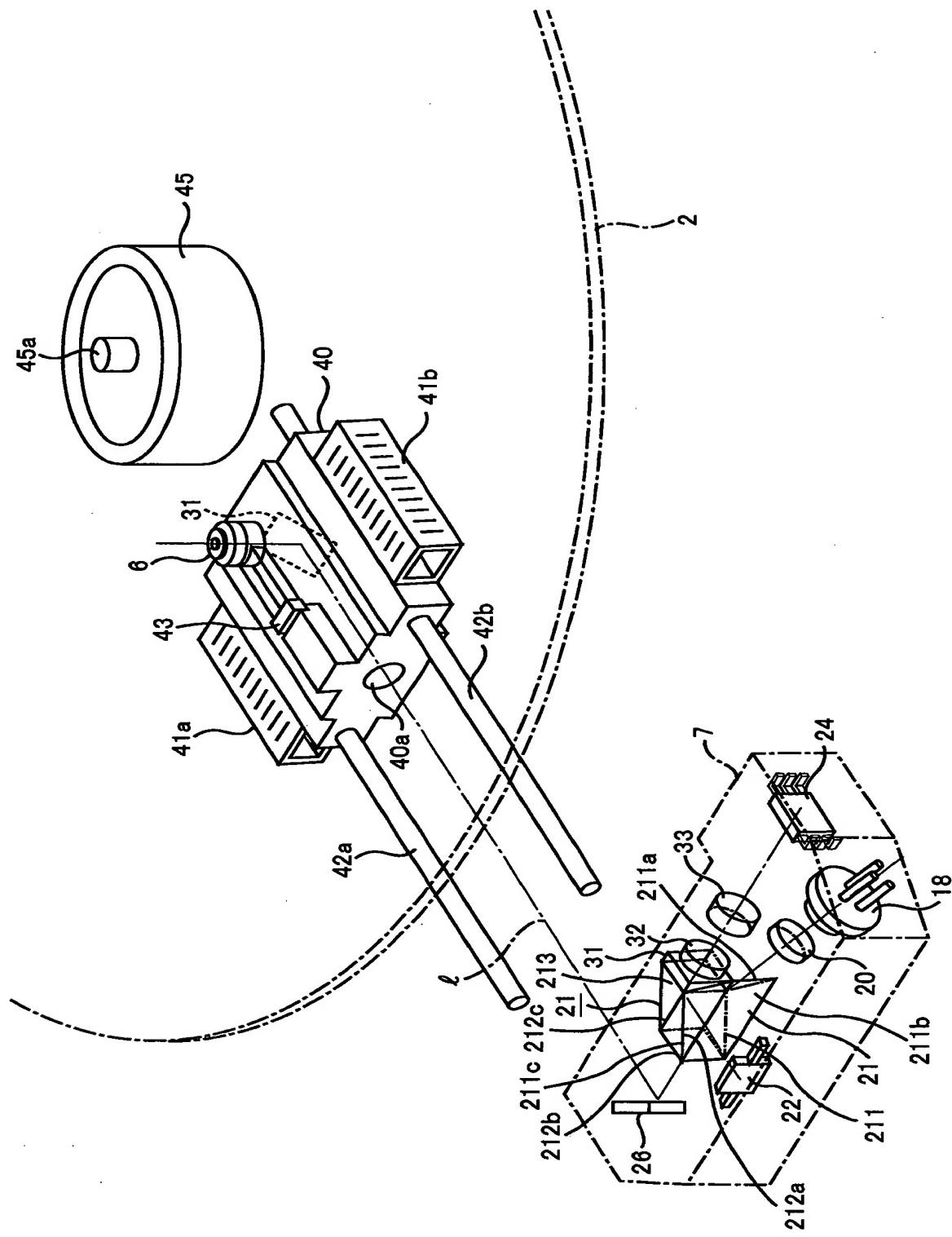
【書類名】

図面

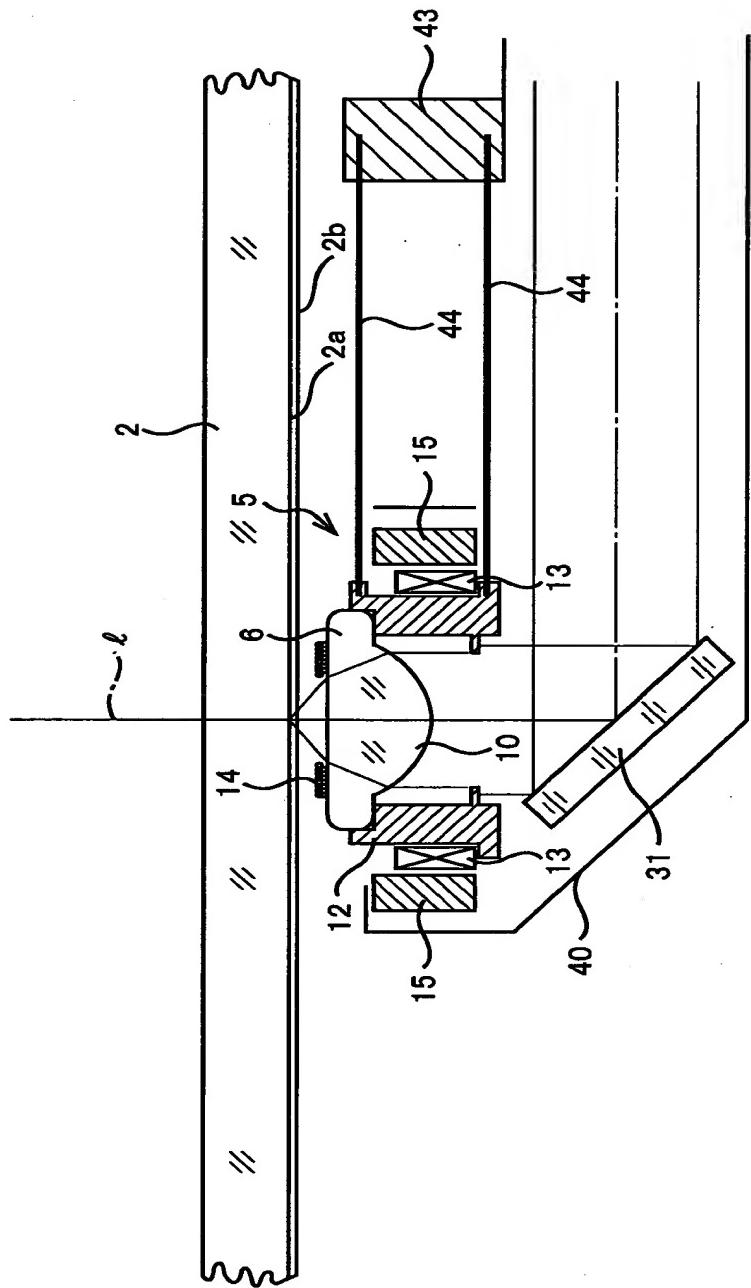
【図1】



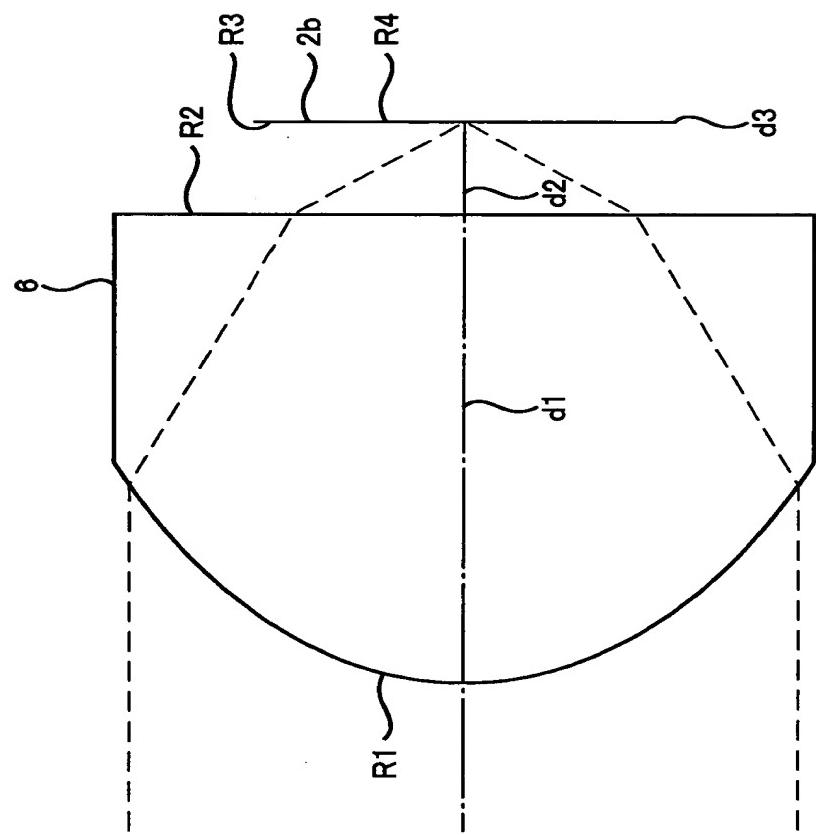
【図2】



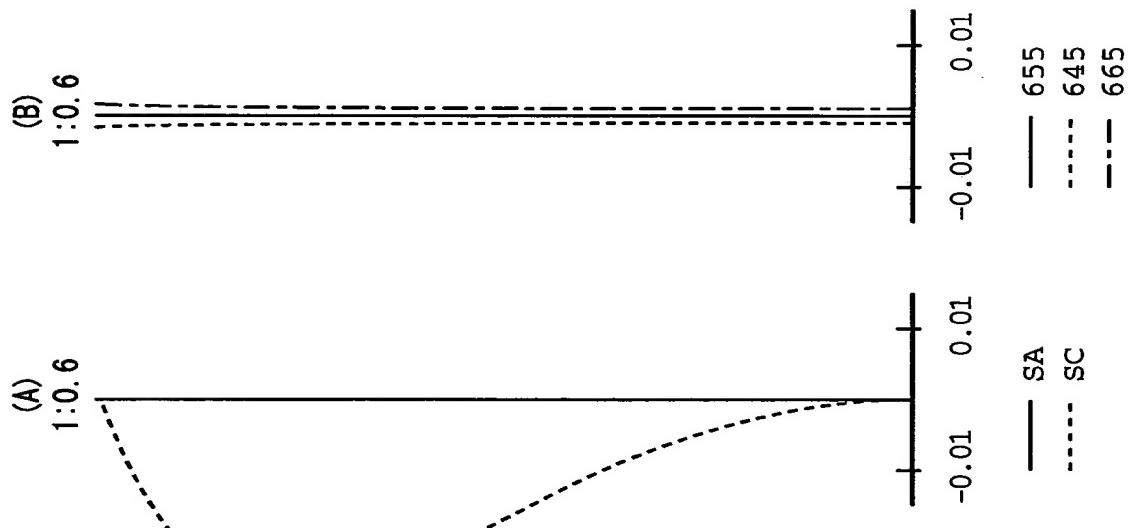
【図3】



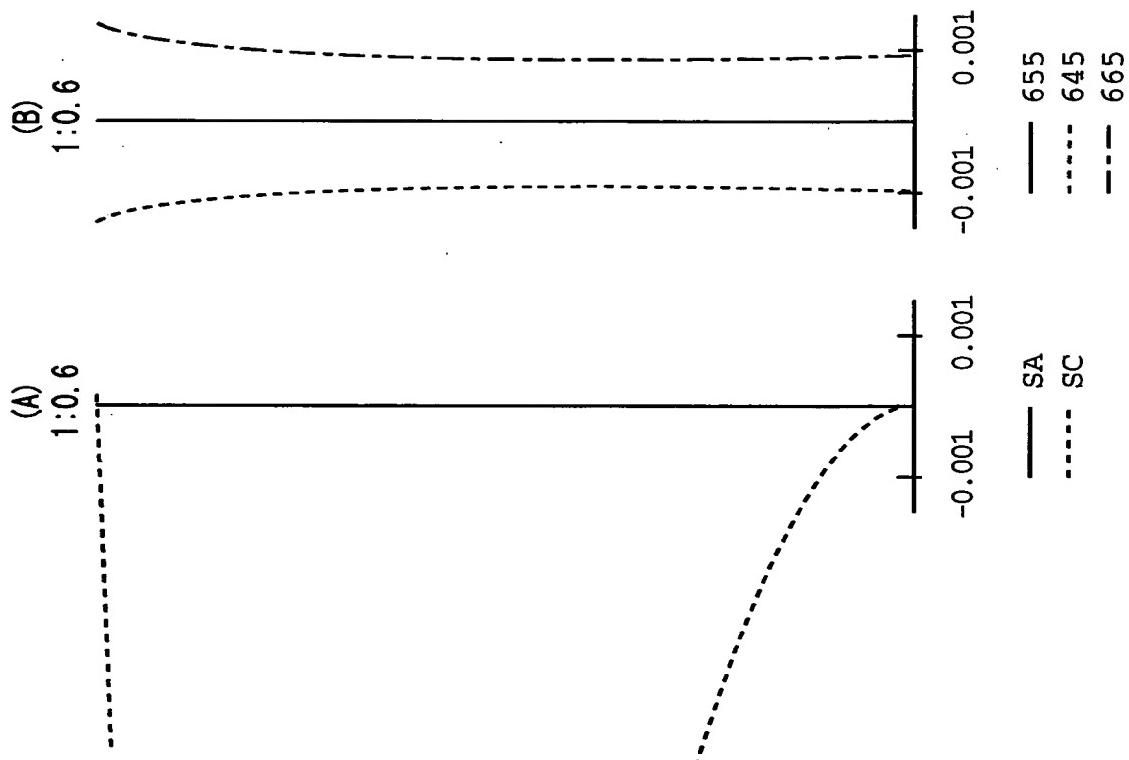
【図4】



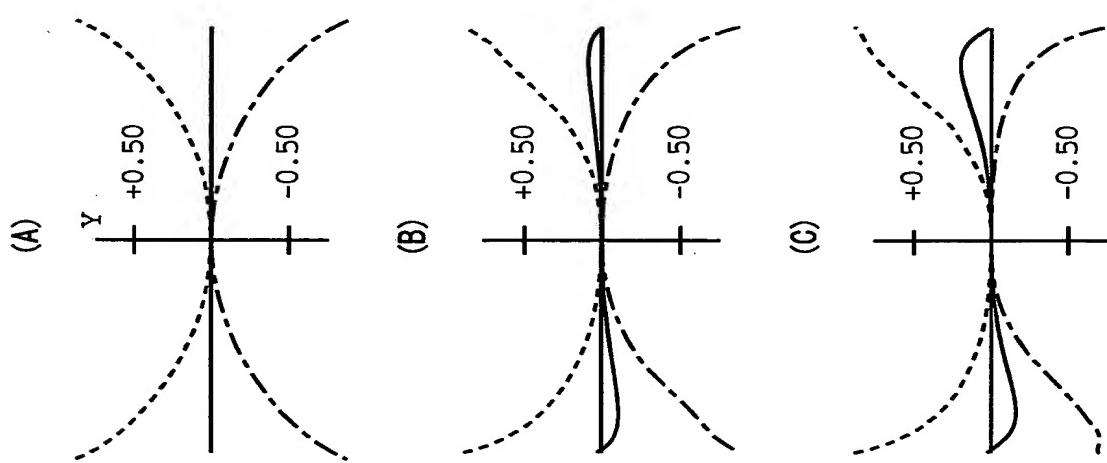
【図5】



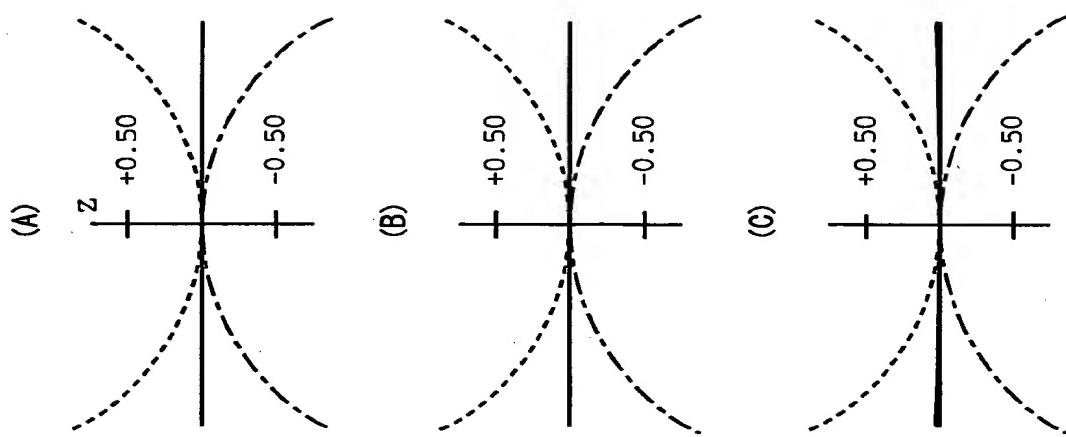
【図6】



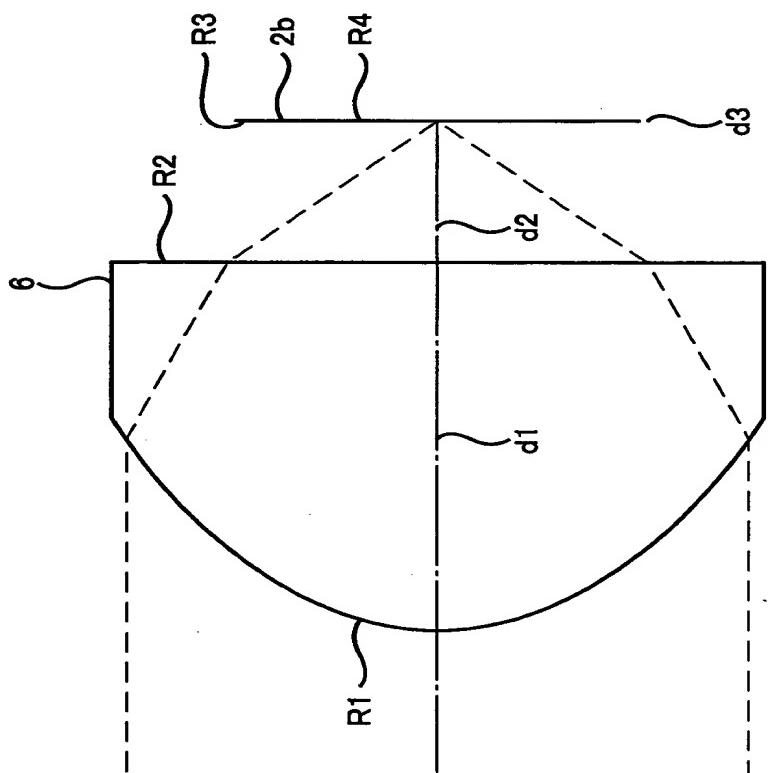
【図7】



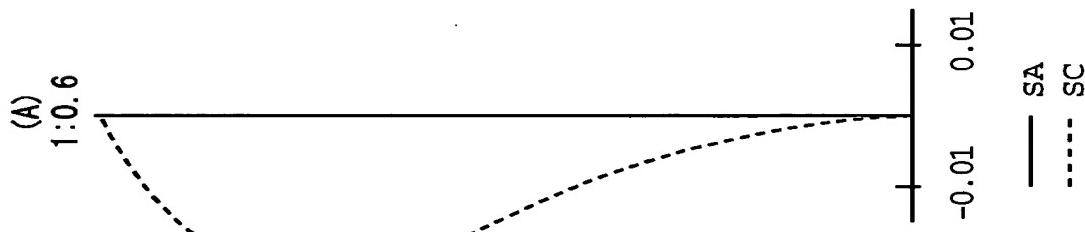
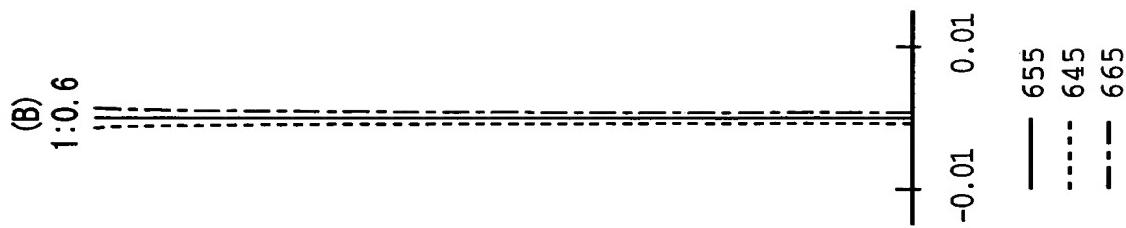
【図8】



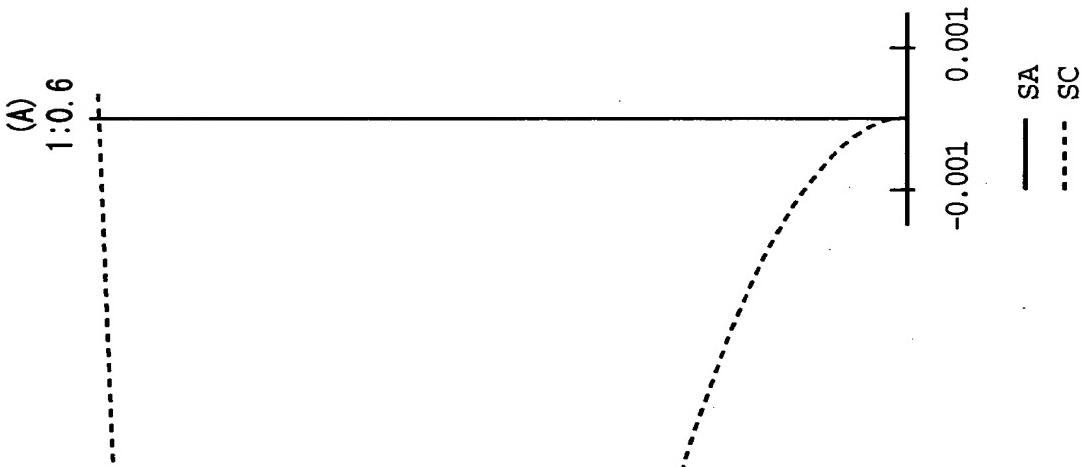
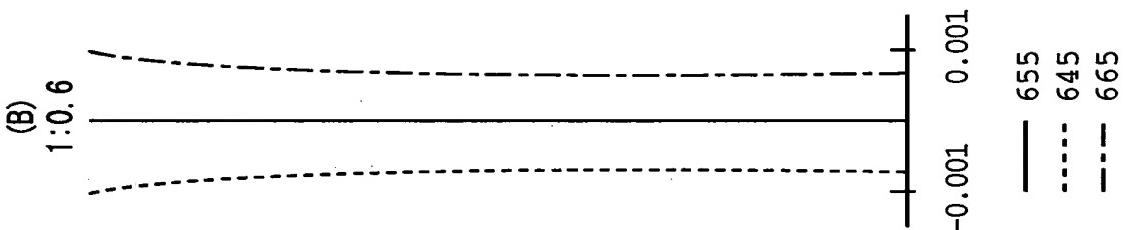
【図9】



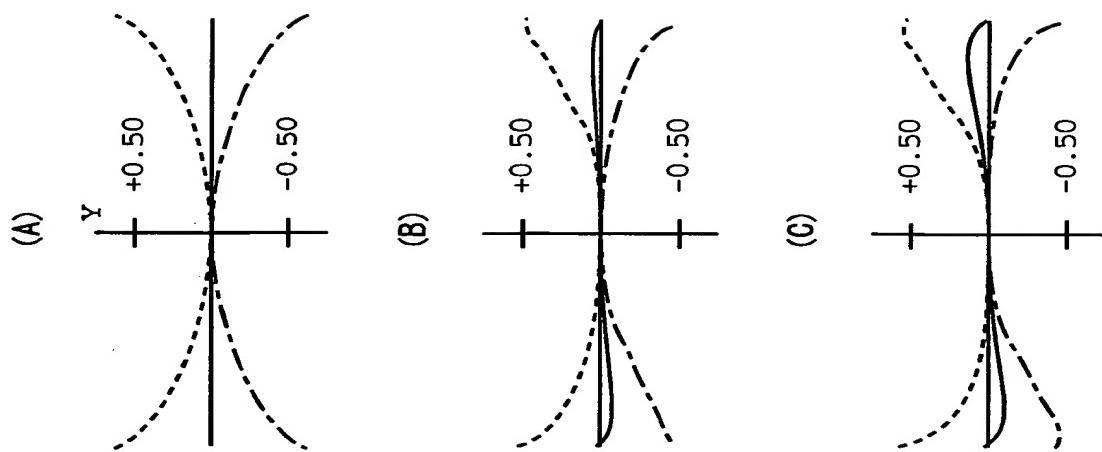
【図10】



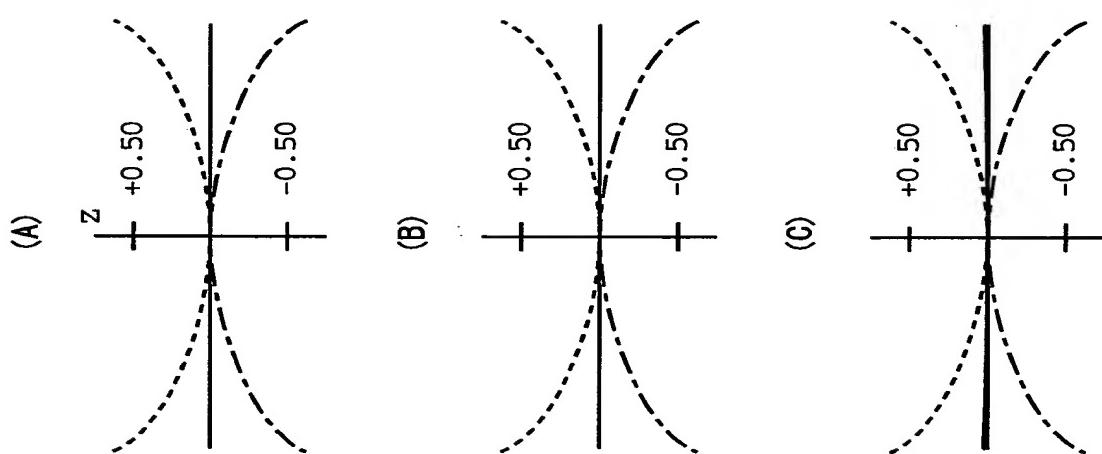
【図11】



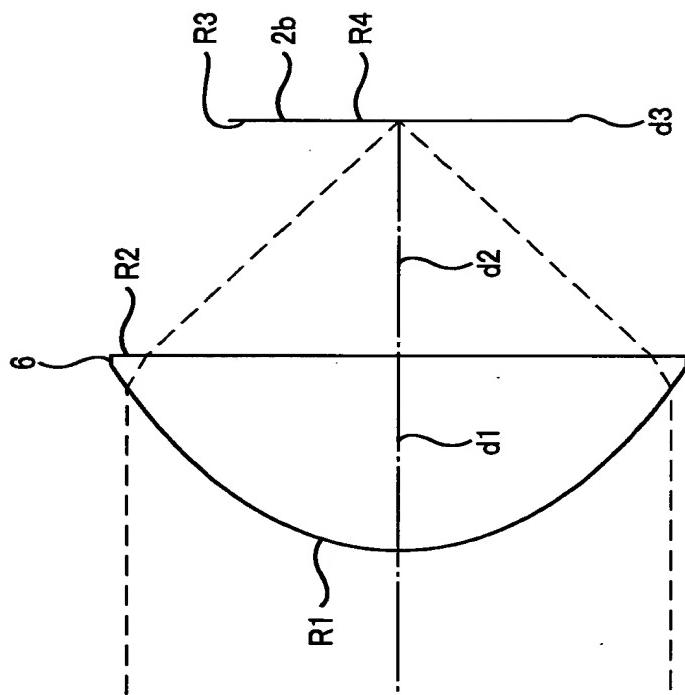
【図12】



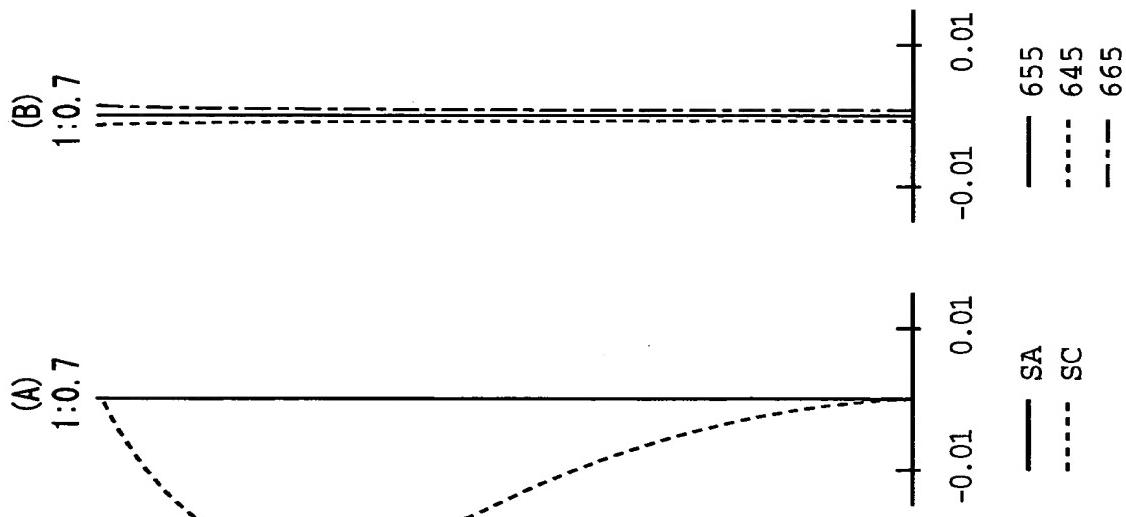
【図13】



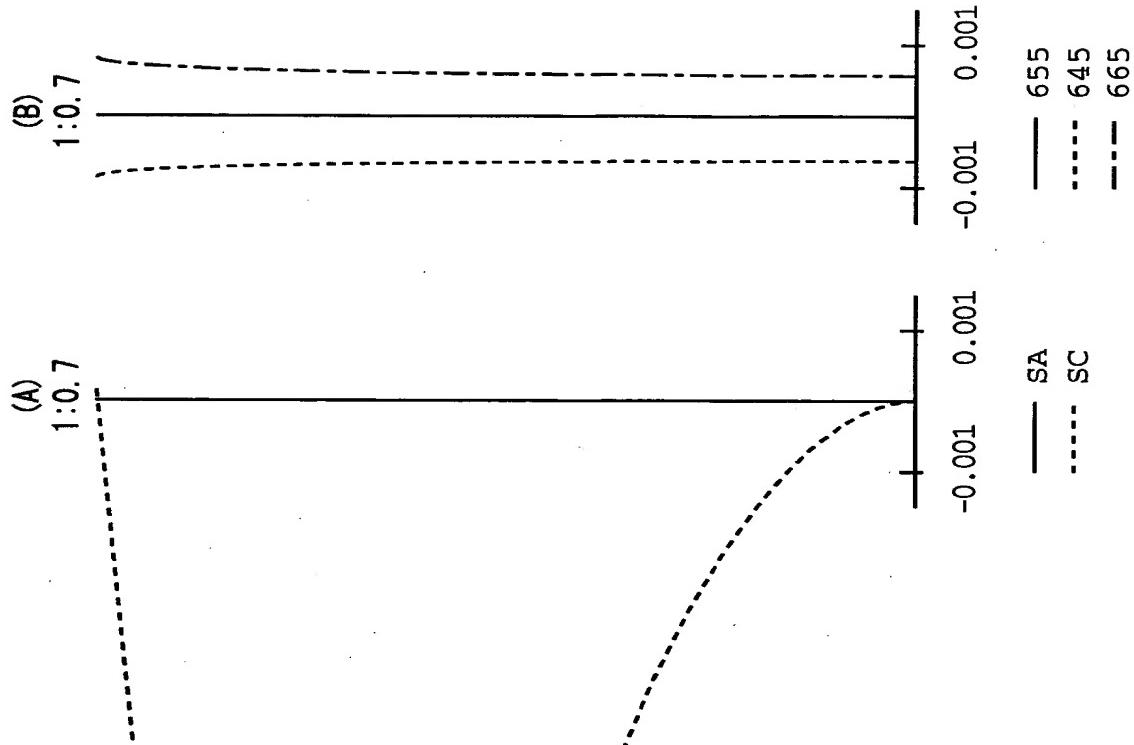
【図14】



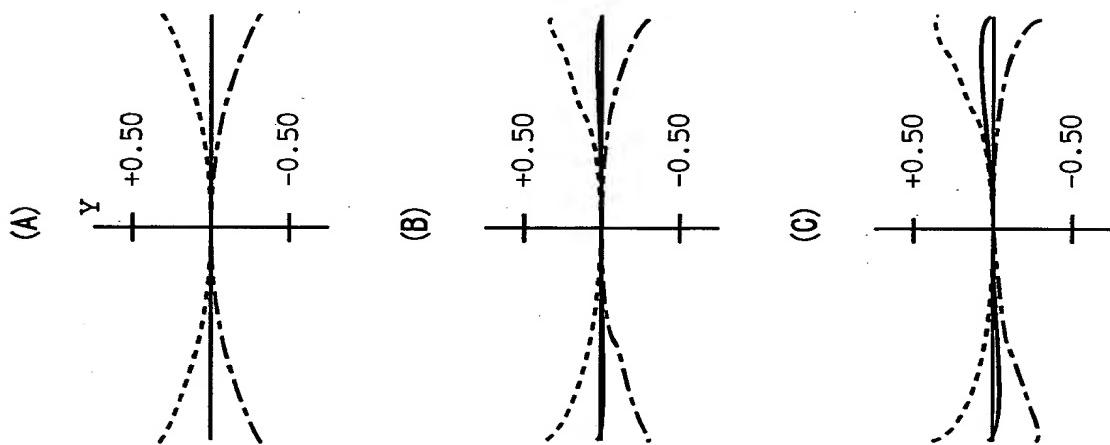
【図15】



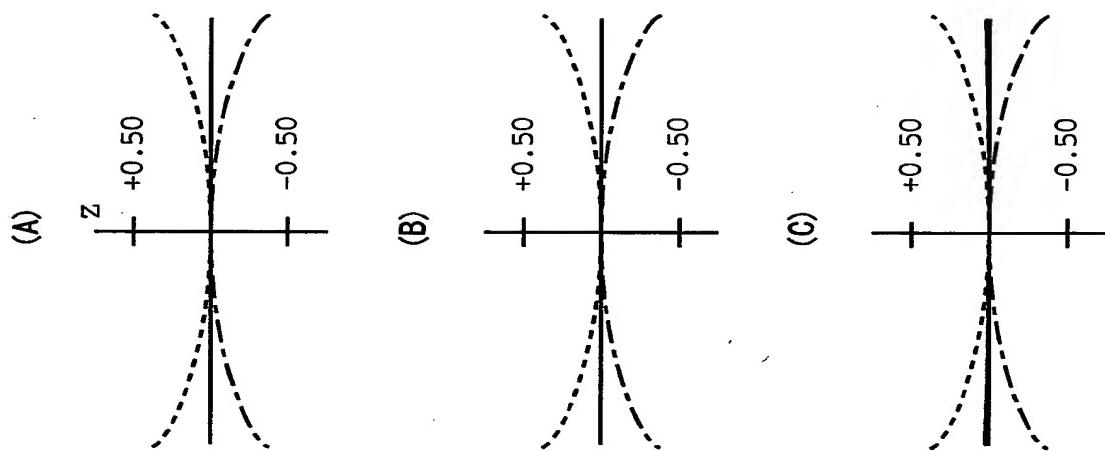
【図16】



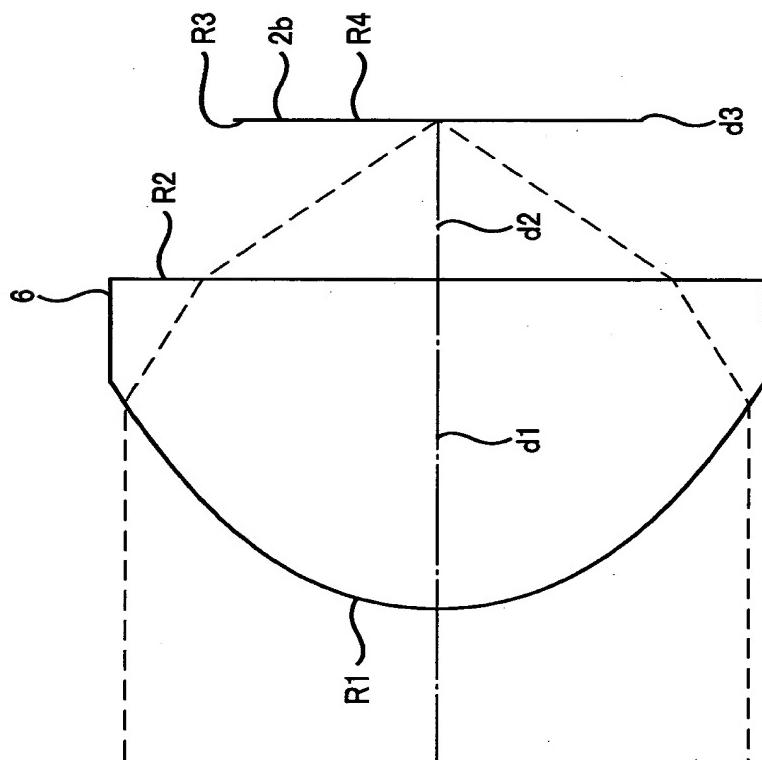
【図17】



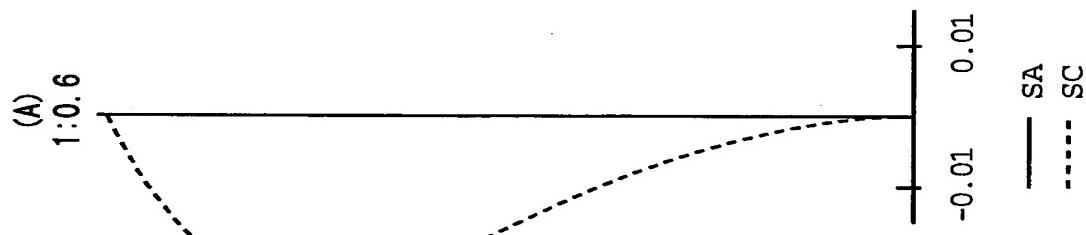
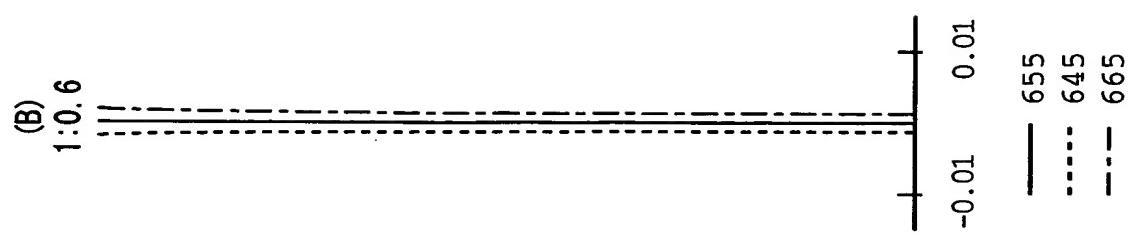
【図18】



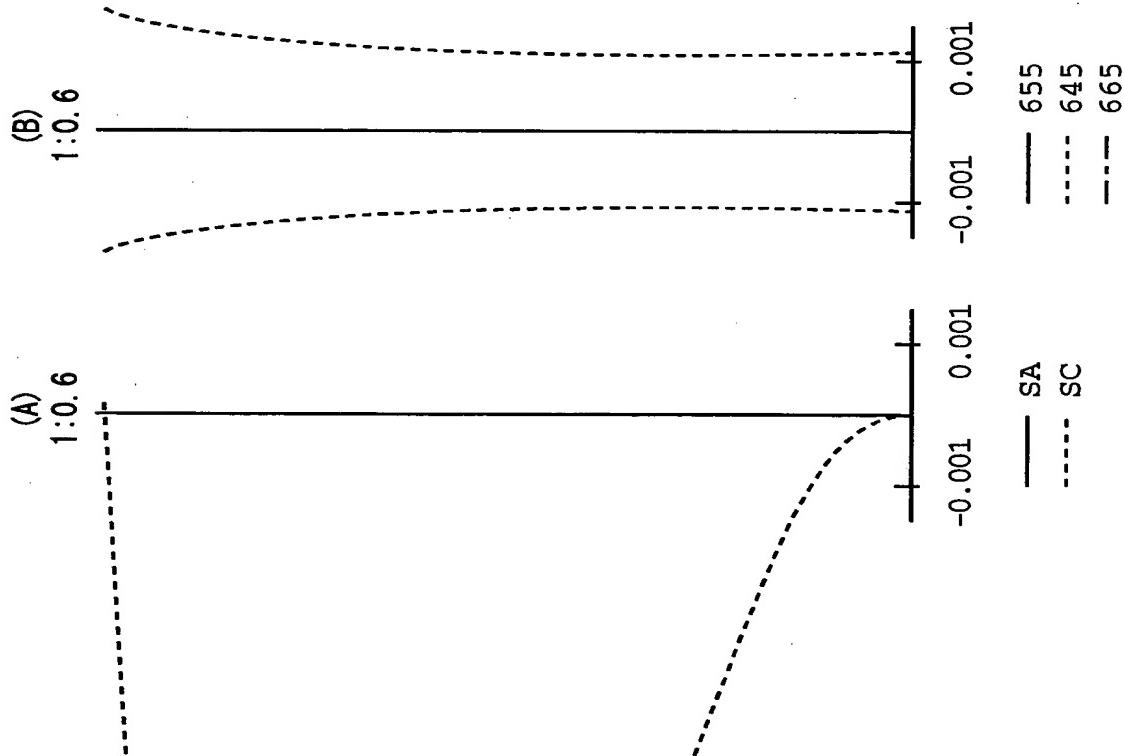
【図19】



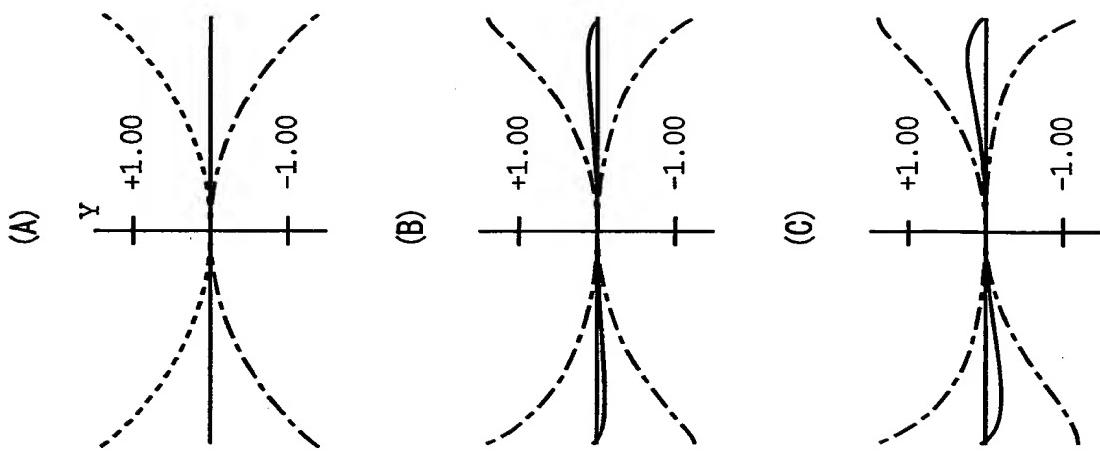
【図20】



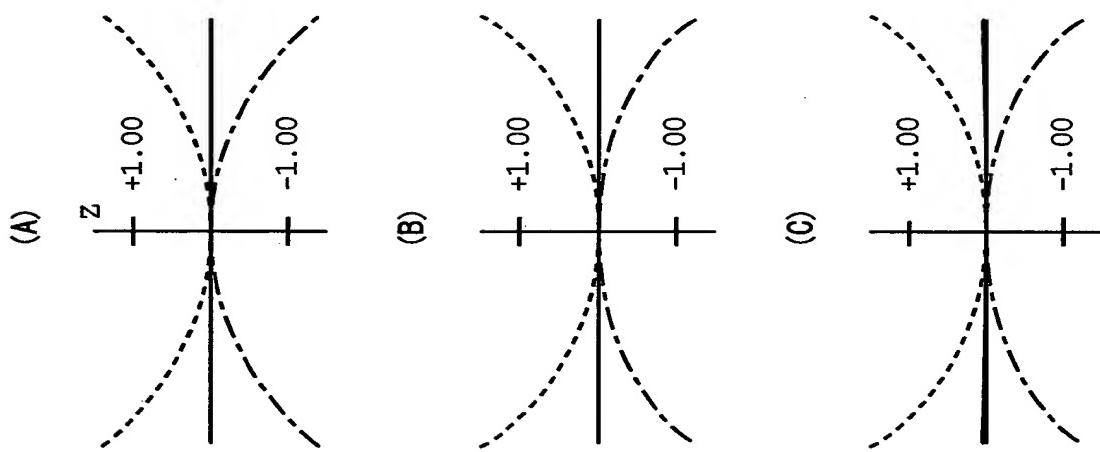
【図21】



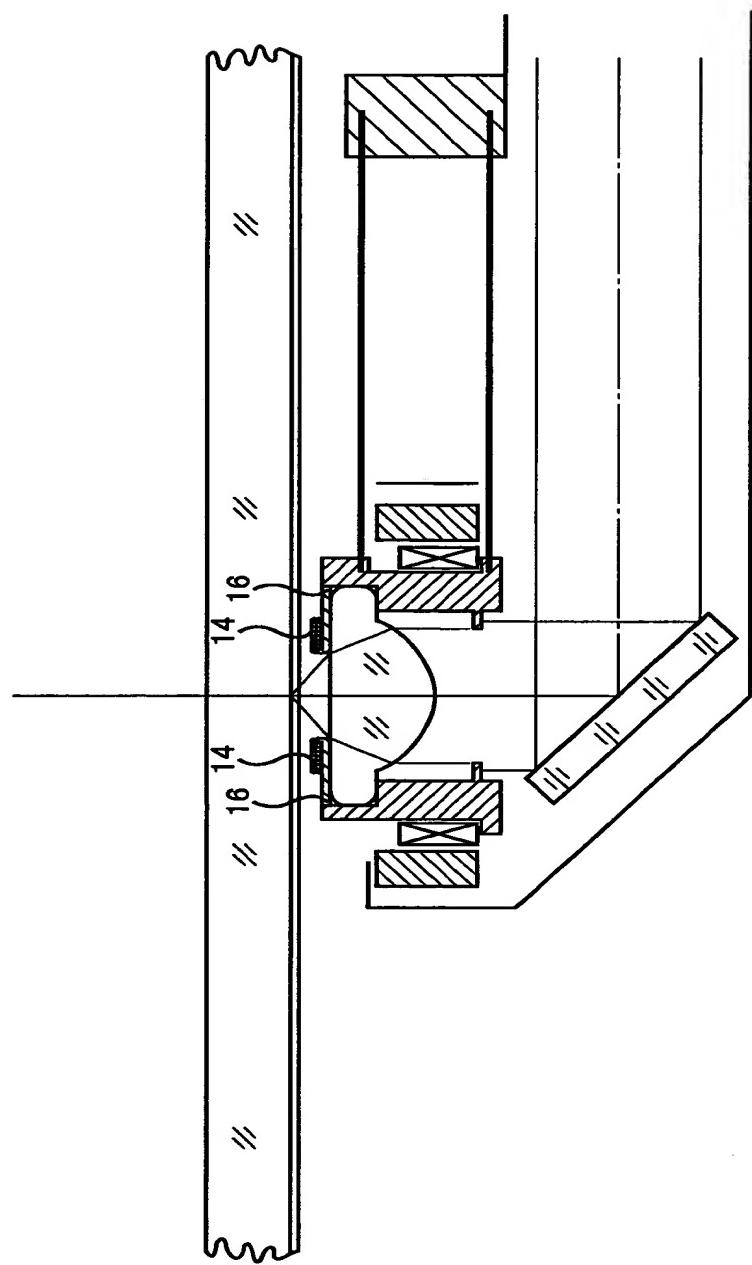
【図22】



【図23】



【図24】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 単玉構成でありながら、コバ厚を小さくすることなくまたモールド成型時における両面の金型同士の公差を厳密にすることなく、その開口数を高くすることができる光ピックアップ用単玉対物光学系を、提供する。

【構成】

対物光学系は、屈折率1.6以上のガラス材料をガラスモールド成形してなる単レンズであり、開口数が0.7以上の平凸レンズとして構成されている。

【選択図】 図4

出願人履歴情報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

氏 名 旭光学工業株式会社